



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Off nl gungsschrift**
⑩ **DE 196 28 702 A 1**

⑤ Int.-Cl.⁸:
H01 L 21/60

⑳ Aktenzeichen: 196 28 702.2
㉑ Anmeldetag: 17. 7. 98
㉒ Offenlegungstag: 30. 1. 97

DE 196 28 702 A 1

③① Innere Priorität: ③② ③③ ③①
25.07.95 DE 195271726

⑦① Anmelder:
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE

⑦④ Vertreter:
Patentanwälte Böck, Tappe und Kollegen, 97072
Würzburg

⑦② Erfinder:
Kloeser, Joachim, 12059 Berlin, DE; Zakel, Elke,
Dr.-Ing., 12163 Berlin, DE; Reichl, Herbert, Prof.
Dr.-Ing., 14193 Berlin, DE

⑤④ Flußmittelfreie Kontaktierung von Bauelementen

- ⑤⑦ Verfahren zur flußmittelfreien Kontaktierung von Bauelementen auf einem Substrat, aufweisend die Verfahrensschritte:
- Erzeugung von erhöhten Kontaktmetallisierungen aus einem flußmittelbeaufschlagten Gold/Zinn-Lotmaterial auf Anschlußflächen des Bauelements;
 - Entfernung von auf der Oberfläche des Bauelements angeordneten Flußmittlrückständen;
 - Aufschmelzen der erhöhten Kontaktmetallisierungen und Kontaktierung der Kontaktmetallisierungen mit Anschlußflächen des Substrats.

DE 196 28 702 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 11. 98 802 085/583

7/24

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur flußmittel-freien Kontaktierung von Bauelementen auf einem Substrat gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Flußmittel werden bei der Herstellung von Lotverbindungen zwischen Anschlußflächen eines Bauelements und zugeordneten Anschlußflächen eines Substrats verwendet, da sie grundsätzlich die Benetzungsfähigkeit von metallischen Oberflächen mit dem schmelzflüssigen Lotmaterial verbessern. Darüber hinaus werden durch die Verwendung von Flußmitteln vorhandene Oxyde und andere benetzungshemmende Deckschichten oder Partikel aufgelöst oder von den Anschlußflächen weggeschwemmt. Schließlich wird durch die reduzierende Wirkung der Flußmittel die Oxydation der erhitzten metallischen Oberflächen bei der Kontaktierung verhindert. Als besonders wichtig erweist sich die Verwendung von Flußmitteln bei den insbesondere in der Flip-Chip-Technologie regelmäßig verwendeten hochschmelzenden Blei/Zinn-Legierungsmaterialien mit hohem Bleianteil.

Diesen, als positiv zu bezeichnenden Eigenschaften der Flußmittel steht andererseits die negative Eigenschaft gegenüber, daß durch im Verbindungsbereich verbleibende Flußmittelrückstände eine spätere Korrosion der metallischen Verbindungen zwischen den Bauelementen und dem Substrat die Folge ist. Diese, durch die Flußmittelreste gebildeten Korrosionsherde beeinträchtigen erheblich Zuverlässigkeit und Lebensdauer von elektronischen Komponenten, die aus Bauelementen und Substraten zusammengesetzt sind. Bei derartigen Komponenten kann es sich beispielsweise um ein Chipmodul, also einen auf einem Trägersubstrat kontaktierten Chip, handeln. Abgesehen von ihrer Wirkung als Korrosionsherde können auch die Flußmittelreste als solche zu unerwünschten Beeinträchtigungen führen. So kann es beispielsweise bei optischen Bauelementen zu unerwünschten Trübungseffekten kommen.

Um den vorbeschriebenen, nachteiligen, durch Flußmittelrückstände bewirkten Korrosionseffekt zu verhindern oder zumindest einzuschränken, ist man bei Bauelement/Substrat-Komponenten, an deren Funktionssicherheit besonders hohe Anforderungen gestellt werden, dazu übergegangen, der Kontaktierung eine Reinigung der Kontaktbereiche von Flußmittelrückständen nachzuordnen oder statt dessen auf die Verwendung von Flußmitteln zu verzichten und die Kontaktierung unter Schutzgas, beispielsweise Formiergas, durchzuführen. Die letztere Verfahrensweise erfordert zwar einen entsprechend hohen apparativen Aufwand. Andererseits hat sich jedoch herausgestellt, daß eine alternative, der Kontaktierung nachfolgende Reinigung der Kontaktbereiche von Flußmittelrückständen schon allein wegen der erschwerten Zugänglichkeit der Kontaktbereiche nur sehr aufwendig und selten vollständig durchführbar ist. Aufgrund der miniaturisierten Abmessungen ergeben sich auch entsprechend geringe Spaltweiten zwischen dem Bauelement und dem Substrat, die nicht nur die Reinigung selbst, sondern schon auch eine optische Inspektion der Kontaktbereiche auf das Vorliegen von Flußmittelrückständen nahezu unmöglich macht.

Die vorstehenden Überlegungen spielen insbesondere in der sogenannten "Flip-Chip-Technologie" eine wesentliche Rolle, da es hier schon aufgrund der geringen Größenabmessungen eines Chips zur Ausbildung entsprechend geringer Spaltweiten zwischen dem Chip und

dem Substrat nach der Kontaktierung kommt, so daß eine Reinigung mit einem für eine Großserienfertigung vertretbaren Aufwand nicht mehr möglich, da unwirtschaftlich ist.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art vorzuschlagen, das eine der Kontaktierung nachfolgende Reinigung der Kontaktbereiche von Flußmittelrückständen ohne die Notwendigkeit einer abschirmenden Atmosphäre überflüssig macht.

Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Erfindungsgemäß wird das Erfordernis der Reinigung der Kontaktbereiche von Flußmittelrückständen nach erfolgter Kontaktierung dadurch überflüssig, daß zum einen die Entfernung von Flußmittelrückständen bereits nach Erzeugung von erhöhten Kontaktmetallisierungen aus flußmittelbeaufschlagtem Lotmaterial erfolgt, so daß die Reinigung also noch vor der Kontaktierung und bei entsprechend guter Zugänglichkeit der Oberfläche des für die Kontaktierung bestimmten Bauelements durchgeführt werden kann. Zum anderen wird als Lotmaterial eine Gold/Zinn-Legierung verwendet, die sich einerseits aufgrund der Materialzusammensetzung durch eine nach dem Aufschmelzen der erhöhten Kontaktmetallisierungen — auch ohne die Verwendung von Flußmitteln — ausreichende Benetzungsfähigkeit auszeichnet und eine ausreichende Korrosionsbeständigkeit aufweist. Eine Gold/Zinn-Legierung ist daher auch besonders geeignet für die Kontaktierung von optischen Bauelementen oder damit kombinierten Bauelementen.

Die Durchführung des vorstehenden Verfahrens hat also zur Folge, daß nach erfolgter Kontaktierung des Bauelements auf dem Substrat keine Flußmittelrückstände in den Kontaktbereichen vorhanden sein können.

Zur Erzeugung der erhöhten Kontaktmetallisierungen erweist es sich als vorteilhaft, wenn zunächst der Auftrag des flußmittelbeaufschlagten Gold/Zinn-Lotmaterials auf die Anschlußfläche des Bauelements und anschließend in einem Umschmelzvorgang die Ausbildung der erhöhten Kontaktmetallisierungen erfolgt. Diese Vorgehensweise bietet den Vorteil, daß bedingt durch den die charakteristische Form der Kontaktmetallisierungen erzeugenden Umschmelzvorgang die Ausbildung der erhöhten Kontaktmetallisierungen unabhängig ist von der Art und Weise des vorhergehenden Auftrags des Lotmaterials auf die Anschlußflächen. Anstatt eines schmelzflüssigen, bereits die charakteristische Meniskusform einer erhöhten Kontaktmetallisierung bereits aufweisenden Auftrags kann also auch ein Lotpastenauftrag oder ein Siebdruckauftrag oder ein anderes zur Aufbringung des Auftrags bekanntes Verfahren verwendet werden.

Darüber hinaus ist es sowohl bei der vorstehenden, als vorteilhaft beschriebenen Ausführungsform, wie auch bei Durchführung des Verfahrens gemäß dem Anspruch 1 möglich, in der Zuordnung der Kontaktmetallisierungen zu den Anschlußflächen des Bauelements oder des Substrats zu wählen, also die Kontaktmetallisierung nicht nur auf den Anschlußflächen des Bauelements, sondern auch alternativ auf den Anschlußflächen des Substrats auszubilden.

Als besonders vorteilhaft — da hinsichtlich der Durchführung des Reinigungsverfahrens besonders ökonomisch — erw ist es sich, wenn sich während der Erzeugung der erhöhten Kontaktmetallisierungen und

der nachfolgenden Entfernung der Flußmittelrückstände die Bauelemente in einem Verbund einer Vielzahl von Bauelementen befinden und erst nach der Entfernung der Flußmittelrückstände, also der Reinigung, die Vereinzelung der Bauelemente erfolgt.

Wenn es sich bei den Bauelementen um Chips handelt, kann die Erzeugung der erhöhten Kontaktmetallisierungen und die nachfolgende Entfernung der Flußmittelrückstände auf Waferebene, also vor dem Vereinzeln der Chips aus dem Wafer, beispielsweise durch Sägen, erfolgen.

Für den Fall, daß die Ausbildung der erhöhten Kontaktmetallisierungen auf Aluminium-Anschlußflächen erfolgen soll, erweist es sich als vorteilhaft, wenn von dem Auftrag des Gold/Zinn-Lotmaterials die Ausbildung einer Nickel-Zwischenschicht auf den Anschlußflächen erfolgt. Hierdurch wird ein Flußmittelkontakt für die besonders korrosionsanfälligen Aluminium-Anschlußflächen beim Auftrag des flußmittelbeaufschlagten Lotmaterials wirksam verhindert. Die Nickelschicht bildet eine quasi hermetische Abschirmung der Aluminiumoberflächen.

Als besonders vorteilhaft erweist es sich, wenn die Ausbildung der Nickel-Zwischenschicht auf den Aluminium-Anschlußflächen durch autokatalytische Abscheidung erfolgt. Hierdurch wird eine einfache Nickelbeschichtung der Aluminium-Anschlußflächen, beispielsweise durch Ablagerung von Nickelsedimenten auf den in einem Nickelbad angeordneten Anschlußflächen, möglich.

Nachfolgend wird das Verfahren anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Wafers mit im Waferverbund angeordneten Chips;

Fig. 2 eine Teilschnittdarstellung eines Chips gemäß Schnittlinienverlauf II-II in Fig. 1;

Fig. 3 die in Fig. 2 dargestellte Anschlußfläche mit einer darauf angeordneten Nickel-Zwischenschicht;

Fig. 4 die in Fig. 3 dargestellte Nickel-Zwischenschicht mit einem Lotmaterialauftrag;

Fig. 5 der in Fig. 4 dargestellte, zu einer erhöhten Kontaktmetallisierung umgeschmolzene Lotmaterialauftrag mit Flußmittelresten;

Fig. 6 die in Fig. 5 dargestellte erhöhte Kontaktmetallisierung nach der Reinigung von Flußmittelresten;

Fig. 7 die Kontaktierung der Chip-Anschlußfläche mit einer Substratanschlußfläche;

Fig. 8 eine erfolgte Lotmaterialverbindung zwischen einer Chipanschlußfläche und der Substratanschlußfläche;

Fig. 1 zeigt die schematische Darstellung der Oberfläche eines Wafers 10 mit einer Vielzahl von zusammenhängend im Waferverbund angeordneten Chips 11, die jeweils mehrere Anschlußflächen 12, 13 aufweisen, von denen hier aus Gründen der vereinfachten Darstellung lediglich zwei dargestellt sind.

Fig. 2 zeigt eine Teilschnittdarstellung eines Chips 11 im Bereich einer Anschlußfläche 12. Die Anschlußfläche 12 ist durch die frei zugängliche Oberfläche eines flächigen Aluminiumleiters 14 auf der ansonsten durch eine Passivierung 15 abgedeckten Oberfläche eines Siliziumkörpers 16 des Chips 11 bzw. des Wafers 10 gebildet.

Fig. 3 zeigt den Zustand der Anschlußfläche 12 nach einer ersten Phase einer hier im folgenden beispielhaft dargestellten Variante des Verfahrens zur flußmittelfreien Kontaktierung von Bauelementen, in der eine Nickel-Zwischenschicht 17 auf der Anschlußfläche 12

autokatalytisch abgeschieden wird.

Fig. 4 zeigt den Zustand der Anschlußfläche 12 nach einer weiteren Phase des Verfahrens, in der, hier beispielsweise über ein Schablonenauftragsverfahren, eine definierte Menge eines als Lotpaste ausgebildeten Lotmaterials 18 auf die Nickel-Zwischenschicht 17 aufgebracht wird. Im pastenförmigen Lotmaterial 18 sind hier nicht näher dargestellte Flußmittelzuschläge enthalten. Ansonsten weist das Lotmaterial 18 zumindest einen erheblichen Anteil einer Gold/Zinn-Legierung auf. Die Menge der Flußmittelzugaben richtet sich je nach der die Benetzungseigenschaften wesentlich mitbestimmenden Lotmaterialzusammensetzung.

Fig. 5 zeigt den Zustand der Anschlußfläche 12 nach einem Umschmelzen des Lotmaterials 18 zur Ausbildung einer erhöhten Kontaktmetallisierung 19, die fachsprachlich auch als sogenannter "Bump" bezeichnet wird. Wie aus Fig. 5 zu ersehen ist, werden bedingt durch das Umschmelzverfahren die im Lotmaterial 18 enthaltenen Flußmittelzuschläge an der Oberfläche der Kontaktmetallisierung 19 als Flußmittelanlagerung 20 abgeschieden.

Fig. 6 zeigt den Zustand der Kontaktmetallisierung 19 nach erfolgter Reinigung von der Flußmittelanlagerung 20, wobei diese Reinigung zu einem Zeitpunkt erfolgt, zu dem sich die in Fig. 1 dargestellten Chips 11 noch immer im Waferverbund befinden, also der Wafer 10 noch in seiner Gesamtheit besteht. Erst danach erfolgt eine, in der Fig. 1 durch die eingezeichneten Trennlinien 21 angedeutete Vereinzelung der Chips 11 und somit die Auflösung des Waferverbunds.

Nach der Vereinzelung erfolgt, wie in Fig. 7 am Beispiel einer Paarung der Anschlußfläche 12 des Chips 11 mit einer Anschlußfläche 22 eines Substrats 23 dargestellt, eine Kontaktierung zwischen der aufgeschmolzenen Kontaktmetallisierung 19 und der Anschlußfläche 22 des Substrats 23. Hierzu wird entsprechend der Flip-Chip-Technologie der Chip 11 von oben auf das Substrat 23 abgesenkt.

Schließlich zeigt Fig. 8 eine fertiggestellte Lotverbindung 24 zwischen der Anschlußfläche 12 des Chips 11 und der Anschlußfläche 22 des Substrats 23 mit der für dieses Kontaktierverfahren typischen, durch die Oberflächenspannung der aufgeschmolzenen Kontaktmetallisierung 19 bedingten parabolischen Einschnürung.

Patentansprüche

1. Verfahren zur flußmittelfreien Verfahren Kontaktierung von Bauelementen auf einem Substrat, gekennzeichnet durch die Verfahrensschritte:

- Erzeugung von erhöhten Kontaktmetallisierungen (19) aus einem flußmittelbeaufschlagten Gold/Zinn-Lotmaterial (18) auf Anschlußflächen (12) des Bauelements (11);
- Entfernung von auf der Oberfläche des Bauelements (11) angeordneten Flußmittelrückständen (20);
- Aufschmelzen der erhöhten Kontaktmetallisierungen (19) und Kontaktierung der Kontaktmetallisierungen (19) mit Anschlußflächen (22) des Substrats (23).

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet daß zur Erzeugung der erhöhten Kontaktmetallisierungen (19) zunächst der Auftrag des flußmittelbeaufschlagten Gold/Zinn-Lotmaterials (18) auf die Anschlußflächen (12) des Bauelements (11) und anschließend in einem Umschmelzvorgang

die Ausbildung der erhöhten Kontaktmetallisierungen (19) erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß sich während der Erzeugung der erhöhten Kontaktmetallisierungen (19) und der nachfolgenden Entfernung der Flußmittelrückstände (20) eine Mehrzahl von Bauelementen (11) in einem Verbund (10) befinden und erst anschließend eine Vereinzelung der Bauelemente (11) erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei den Bauelementen um Chips (11) handelt, die vor der Vereinzelung Bestandteile eines Wafers (10) sind.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle von Aluminium-Anschlußflächen (12) vor dem Auftrag des Gold/Zinn-Lotmaterials (18) die Ausbildung einer Nickel-Zwischenschicht (17) auf den Anschlußflächen (12) erfolgt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausbildung der Nickel-Zwischenschicht (17) auf den Aluminium-Anschlußflächen (12) durch autokatalytische Abscheidung erfolgt.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG 1

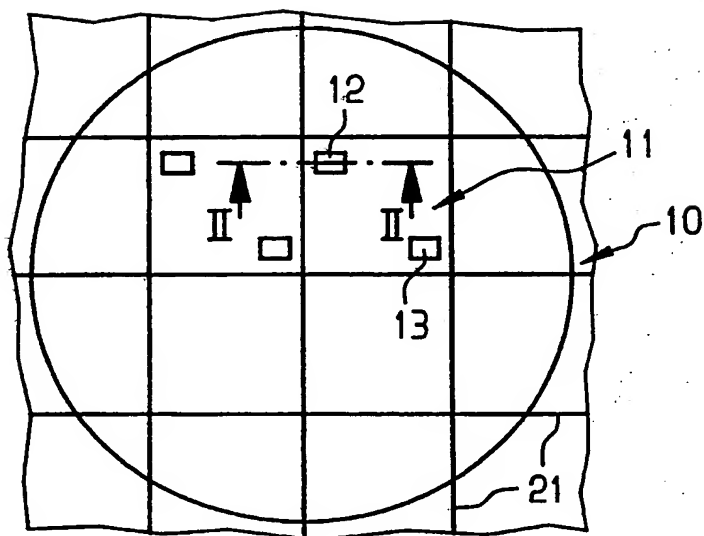


FIG 2

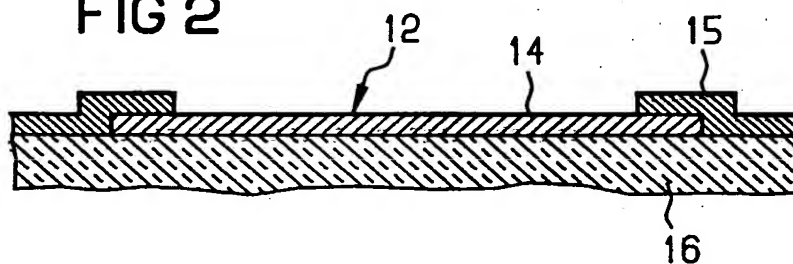


FIG 3

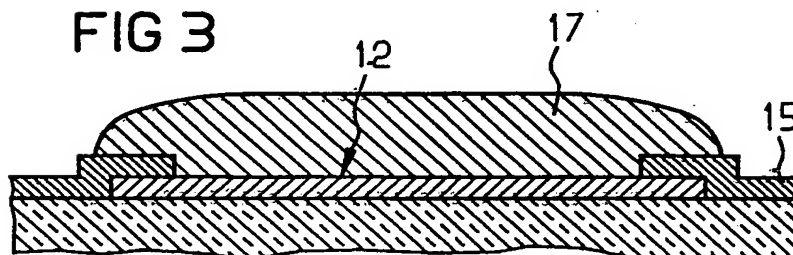


FIG 4

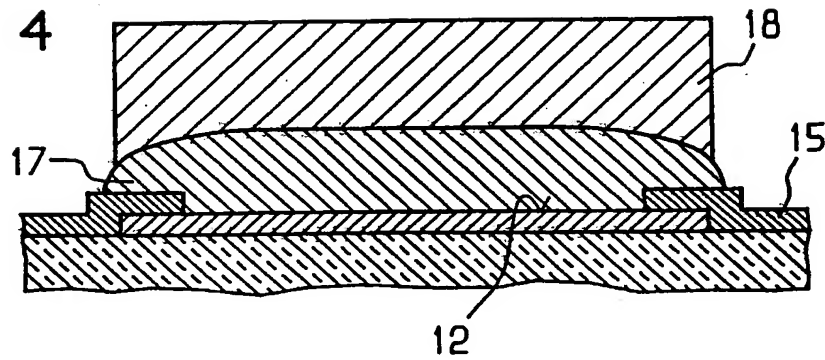


FIG 5

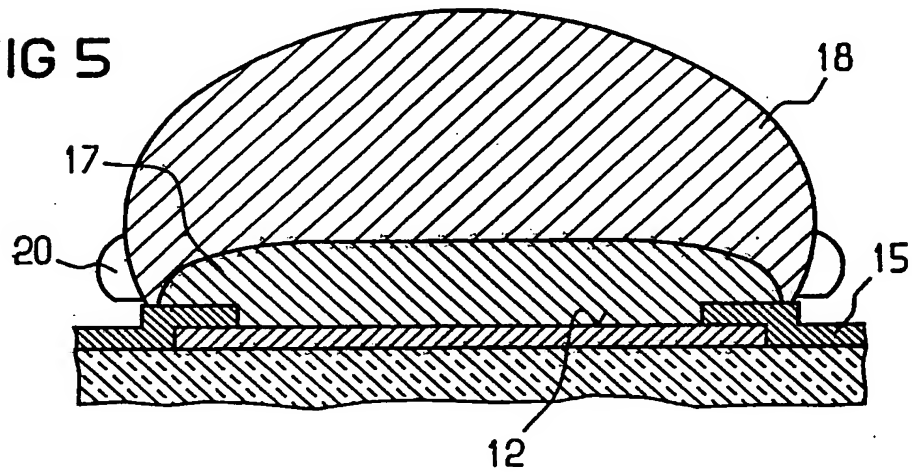


FIG 6

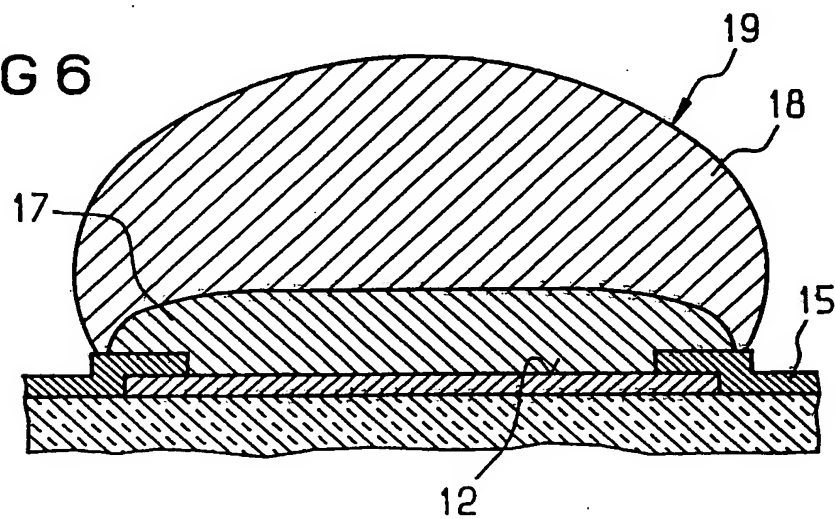


FIG 7

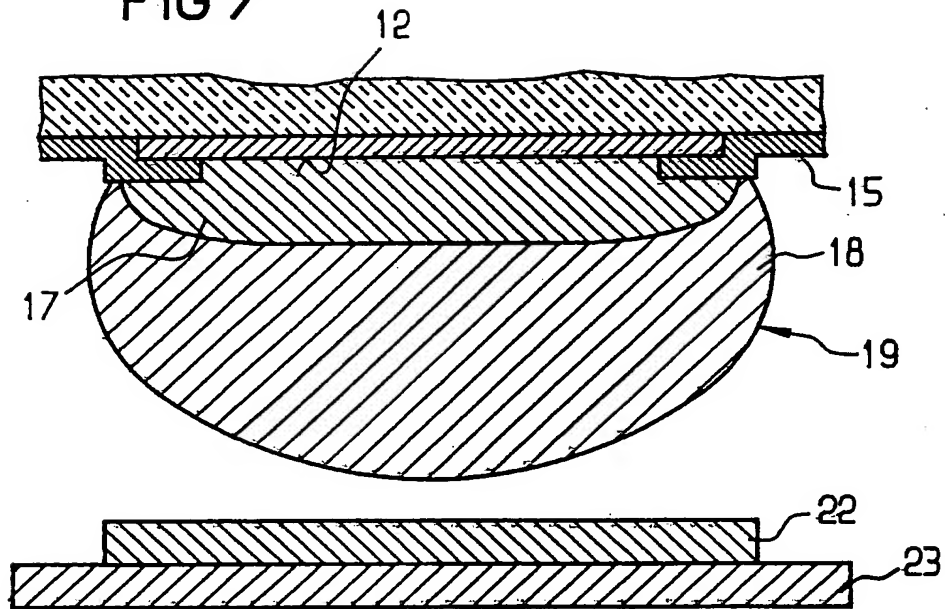


FIG 8

